

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-145965

(43)公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号 庁内整理番号

序内整理番号

F I  
G 0 2 B 6/42  
H 0 1 S 3/18

## 技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L. (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-304157

(22) 出願日 平成7年(1995)11月22日

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(71) 出願人 000005120  
日立電線株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 2 号

(72) 発明者 佐々木 博康  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 茂木 俊行  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内

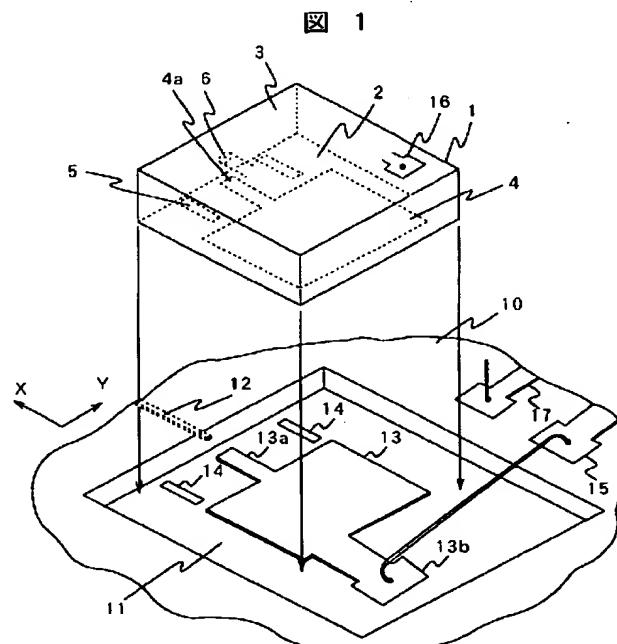
(74) 代理人 弁理士 高橋 明夫 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 光モジュール及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載された光モジュールを製造できるようにした光モジュールの製造方法を提供することにある。

【解決手段】本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に形成された第1の位置合わせマーカーと光素子の接合面上に形成された第2の位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に形成された第1の位置合わせマーカーと光素子の接合面上に形成された第2の位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項2】基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる互いに重ならないように基板の接合面上に形成された第1の位置合わせマーカーと光素子の接合面上に形成された第2の位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項3】基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された第1の2次元位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して形成された第2の2次元位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して2次元に位置合わせて、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項4】基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された第1の2次元位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して前記第1の2次元位置合わせマーカーと重ならないように形成された第2の2次元位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して2次元に位置合わせて、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項5】基板および光素子を透過する光を前記基板

の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された複数の第1の長方形位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して形成された複数の第2の長方形位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせて、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項6】基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された複数の第1の長方形位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して前記複数の第1の長方形位置合わせマーカーと重ならないように形成された複数の第2の長方形位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して2次元に位置合わせて、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項7】光導波路を有し、第1の接合面上に下側電極を形成し、該下側電極から離して対称軸を前記光導波路の光軸と平行にして透過光学画像に基づいて位置合わせするための第1の2次元位置合わせマーカーを前記第1の接合面上に形成した基板と、出射部または出射部を有し、第2の接合面上に上側電極を形成し、該上側電極から離して対称軸を前記出射部または出射部の光軸と平行にして前記第1の2次元位置合わせマーカーと重ならないような透過光学画像光に基づいて位置合わせするための第1の2次元位置合わせマーカーを前記第2の接合面上に形成した光素子とを備え、前記基板の第1の接合面上の上側電極と前記光素子の第2の接合面上の下側電極との間において接合して構成したことを特徴とする光モジュール。

40 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上にレーザーダイオード（LD）やホトダイオード（PD）等の光素子を位置合わせして組立（接合搭載）して光モジュールを製造する光モジュールの製造方法および基板上に光素子を接合搭載して構成した光モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】光モジュールを組立（接合搭載）する光モジュールの製造方法における基板上への光素子の位置50 決め搭載方法として、1994年信学全春期大C-29

2 「画像認識によるLD位置決め実装方式」（第1の従来技術）に記載されている方法が知られている。この第1の従来技術は、LDとSi基板の光路をはさんで2個の円形のマーカーをホトリソグラフィーによるパターニングで設けて、双方のマーカー（いれこになっており、片方のマーカーの影がもう一方のくり抜き穴にはまる構成となっている。）を赤外線画像で検出して位置ずれを測定して、位置合わせを行うものである。この方式では画像検出の分解能を補うため、それぞれのマーカーの面積重心を計算して位置ずれを算出している。また特開平4-102810号公報（第2の従来技術）においても知られている。この第2の従来技術にも、発光素子の接合面上に形成された上側電極のメサ・ストライプ構造の溝の中央に基板の接合面上に形成された下側電極の位置合わせマーカーを合わせることにより基板上に形成された光導波路のコアと発光素子の活性領域とが正確に位置合わせされて発光素子が基板に接合されることが記載されている。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記いずれの従来技術においても、マーカーがいれこであるため、初期位置のずれが大きいと、発光素子側のマーカーが基板側のマーカーの外側と重なり、発光素子側のマーカーの検出が困難となって、位置測定に支障を来すことが生じる。そして、片側のマーカー対に重なり合いがない場合でも、方向のずれが検出できないため、位置合わせ作業は続行できない。

【0004】本発明の目的は、上記課題を解決すべく、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載された光モジュールを製造できるようにした光モジュールの製造方法を提供することにある。また本発明の他の目的は、基板側の位置合わせマーカーと光素子側の位置合わせマーカーとの間において、初期位置のずれが大きくても透過光学画像に基づいて高精度の位置合わせを可能にして、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載された光モジュールを製造できるようにした光モジュールの製造方法を提供することにある。また本発明の他の目的は、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載されて構成された光モジュールを提供することにある。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に形成された第1の位置合わせマーカーと光素子の接合面上に形成された

第2の位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。また本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる互いに重ならないように基板の接合面上に形成された第1の位置合わせマーカーと光素子の接合面上に形成された第2の位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。

【0006】また本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された第1の2次元位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して形成された第2の2次元位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせて、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。また本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された第1の2次元位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して前記第1の2次元位置合わせマーカーと重ならないように形成された第2の2次元位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせて、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。

【0007】また本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された複数の第1の長方形位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して形成された複数の第2の長方形位置合わせマーカーとの

画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。また本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された複数の第1の長方形位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して前記複数の第1の長方形位置合わせマーカーと重ならないように形成された複数の第2の長方形位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。

【0008】また本発明は、光導波路を有し、第1の接合面上に下側電極を形成し、該下側電極から離して対称軸を前記光導波路の光軸と平行にして透過光学画像に基づいて位置合わせするための第1の2次元位置合わせマーカーを前記第1の接合面上に形成した基板と、出射部または出射部を有し、第2の接合面上に上側電極を形成し、該上側電極から離して対称軸を前記出射部または出射部の光軸と平行にして前記第1の2次元位置合わせマーカーと重ならないような透過光学画像光に基づいて位置合わせするための第1の2次元位置合わせマーカーを前記第2の接合面上に形成した光素子とを備え、前記基板の第1の接合面上の上側電極と前記光素子の第2の接合面上の下側電極との間において接合して構成したことを特徴とする光モジュールである。

【0009】また本発明は、光軸に平行な複数の長方形からなる基板側の位置合わせマーカーの間隔を、光軸に平行な複数の長方形からなる光素子側の位置合わせマーカーの間隔よりも互いに重ならないように広くまたは狭くして、各位置合わせのマーカーを基板の接合面上および光素子の接合面上の各々に形成したことを特徴とする。また本発明は、レーザーダイオード（LD）やホトダイオード（PD）等の光素子において、接合面上に電極と離して形成する位置合わせマーカーの一方の端部を、特に光の出射または入射する面と一致させることを特徴とする。また本発明は、多数の光素子を作り込むウエハ上において、隣接する光素子間でこの光素子の分離線を越えて二つの光素子にまたがるように2次元の例えれば長方形の位置合わせマーカーを設けることを特徴とする。

【0010】以上説明したように、本発明によれば、光

素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載された光モジュールを製造することができる効果を奏する。また本発明によれば、基板側の位置合わせマーカーと光素子側の位置合わせマーカーとの間において、初期位置のずれが大きくても透過光学画像に基づいて高精度の位置合わせを可能にして、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載された光モジュールを製造することができる効果を奏する。また本発明によれば、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載されて構成された光モジュールを実現することができる。また本発明によれば、レーザーダイオード（LD）やホトダイオード（PD）等の光素子において、レーザー光が射出または入射する端面は壁開によって形成されるため、この壁開面の位置はホトリソグラフィーなどによる薄膜構造に対し±30μm程度、精度の良い場合で±10μm程度の位置ばらつきを生じたとしても、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して光軸及び光軸と直角方向について正確に位置合わせが行われるので、基板上の光導波路と光素子における出射部または出射部との間における光結合損失をなくし、光モジュールとして大幅な性能向上を図ることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明に係る実施の形態について図面を用いて説明する。ところで、光素子として、レーザーダイオード（LD）やホトダイオード（PD）の各々と両方が形成されたものとがある。

【0012】図1は、本発明に係る光モジュールの一実施例における組立構成を示す斜視図である。図2は、本発明に係る光モジュールの一実施例における組立時の上面図で、説明のためにマーカーと電極も破線で示している。即ち、光素子の内LD1を、基板（一部分のみ図示）10のLD搭載ピット11に搭載する構成となっている。LD1の接合面2には、上側電極4が形成され、この上側電極4と離して位置合わせ用の複数本の長方形状（直線状成分が2軸方向に有する形状）のマーカー5が形成される。レーザー光の射出はLD1の出射部（活性領域）6からなされる。即ち、LD1の出射部（活性領域）6から射出されるレーザー光の光軸を図2に一点鎖線7で示す。基板10にはレーザー光を導く光導波路12があり、LD1の出射レーザー光は、この光導波路12に入射する。即ち、基板10上の光導波路12とLD1からのレーザ光の出射部とは光結合される。また基板10の接合面上に形成された下側電極13は、LD1の接合面2上に形成された上側電極4との間において、例えればAu/Sn等の接合材にて接合接続される。

【0013】そして、位置合わせ用の複数本の長方形状のマーカー5における長手方向の直線成分は、上記LD1の出射部（活性領域）6の光軸7に対して平行で、且つ対称に上側電極4から離して形成している。なおレーザーの出射は、複数本のマーカー5にはさまれた上側電極4の細長く飛び出た部分4aのすぐ上の部分6からなされる。基板10のLD搭載ピット11内の接合面上にも、下側電極13と離して複数本の長方形状（直線状成分が2軸方向に有する形状）のマーカー14を形成している。そして、位置合わせ用の複数本の長方形状のマーカー14における長手方向の直線成分は、上記光導波路12の光軸に対して平行で、且つ対称に下側電極13から離して形成している。そして図2に示すように、位置合わせ用のマーカー14と位置合わせ用のマーカー5とは、基板10とLD1との間において相当位置ずれが生じても互いに重ならないように基板10およびLD1の各々の接合面上に電極と離して配置されている。なお、双方の位置合わせ用のマーカー5、14は、必ずしも光軸を中心として対称に配置する必要はない。その場合、複数本の位置合わせ用のマーカー5、14の対称軸が、光軸からシフトすることになる。しかし、このシフト量は予め定まっているので、位置合わせする際この決められたシフト量を補正することによって基板10上の光導波路12とLD1の出射部と位置合わせすることができる。

【0014】ところで、LD1の基材の材質はInPを主成分とし、基板10の基材の材質はSiで形成されているため、赤外光に対して透明である。一方、双方の位置合わせ用のマーカー5、14は、各接合面に金属の導電膜を成膜して、エッチング加工で電極と同時に形成される。そして、基板10上の光導波路12は、エッチング加工された位置合わせ用のマーカー14を基準にしてサブミクロンの高精度に形成される。LD1は、ウエハ状態でウエハ上に形成された基準マークを基準にしてLD素子構成を形成した後、接合面2に金属の導電膜を形成してウエハ上に形成された基準マークを基準にして上側電極4及び位置合わせ用のマーカー5をエッチング加工で形成する。従って、LD1において、位置合わせ用のマーカー5はレーザ光の出射部6を基準にしてサブミクロンの高精度に形成されることになる。このようにLD1および基板10の基材は、共に赤外光に対して透明であり、しかも双方の位置合わせ用のマーカー5、14は共に電極と同じ金属の導電膜で形成されているので、赤外光をLD1の表面側または基板10の裏側から照明することにより、双方の位置合わせ用のマーカー5、14についての赤外光による透過画像を検出器37により明瞭に、即ち高解像度で認識することができる。

【0015】そして、LD1の接合面2の上側電極4または基板10の接合面の下側電極13上にはAu/Sn等の接合材膜（接合材層）が形成される。次にLD1

を、基板10のLD搭載ピット11に接合搭載して組立て製造することについて説明する。図3には、組立装置の概略構成を示す。まず上記の如く製造された基板10を、例えばX、Y微動ステージ31上に位置決めして載置する。他方上記の如く製造されて位置決めされたLD（発光素子）1を例えば搬送アーム32の先に設けられたチャック33で吸着して上記基板10のLD搭載ピット11内に搬送して停止させて基板10の接合面（下側電極13が形成された面）とLD1の接合面2（上側電極4が形成された面）とを軽く接触させるかまたは僅かな間隙が生じるよう対向させる。次に赤外光光源34から出射された赤外光を集光レンズ35により集光させて平行光で基板10の裏側から照射し、透過光に基づく位置合わせ用のマーカー5、14の像をNAが0.3～0.4程度で、倍率が15～30倍程度の顕微鏡用対物レンズ36で拡大して結像させ、この結像した位置合わせ用のマーカー5、14の画像を検出器（TVカメラ等の2次元イメージセンサ）37で受光して位置合わせ用のマーカー5、14の画像信号を得ることができる。

【0016】そして、CPU38は、上記検出器37から得られる位置合わせ用のマーカー5、14の画像信号（図4にはY方向の一走査線の画像信号46を示す。図5にはあるマーカー上のX方向の一走査線の画像信号51を示す。）に基づいて各位置合わせ用のマーカー5、14における各長方形形状に対してY方向及びX方向の多数のエッジの位置座標を算出し、算出された各長方形形状の多数個のエッジ位置座標に対して直線近似を行うことで、精度よく各マーカ5、14における各長方形形状に対してY方向及びX方向の平均的なエッジ位置を算出し、これら算出された各長方形形状のY方向及びX方向の平均的なエッジ位置から、各位置合わせ用のマーカー5、14のY方向の中心位置y5、y14からY方向の位置ずれ $\Delta y = (y5 - y14)$ を算出すると共に各位置合わせ用のマーカー5、14における各長方形形状のX方向の中心位置x5a、x5b；x14a、x14bからX方向の位置ずれ $\Delta x = ((x5a + x5b) / 2 - (x14a + x14b) / 2)$ を算出する。また回転ずれ $\Delta \theta = \tan^{-1}(x14a - x14b) / L14 - \tan^{-1}(x5a - x5b) / L5$ によって算出することができる。上記説明では、CPU38は各位置合わせ用のマーカー5、14から得られる画像信号（図4にはY方向の一走査線の画像信号46を示す。図5にはあるマーカー上のX方向の一走査線の画像信号51を示す。）から長方形形状のマーカのエッジ座標を算出してからY方向の位置ずれ $\Delta y = (y5 - y14)$ およびX方向の位置ずれ $\Delta x = ((x5a + x5b) / 2 - (x14a + x14b) / 2)$ を算出したが、画像信号に対してある座標において折り返してその信号の一一致度を調べて一致度が最小の座標をY方向の中心位置y5、y14およびX方向の中心位置x5a、x5b；x14a、x14bとし（折り返しパターンマッチング方式）、これからY方

向の位置ずれ $\Delta y = (y_5 - y_{14})$  および X 方向の位置ずれ $\Delta x = ((x_5a + x_5b) / 2 - (x_{14a} + x_{14b}) / 2)$  を算出しても良い。ところで、光軸 7 と直角方向 (Y 方向) には高い位置合わせ精度が得られれば、光軸 7 方向 (X 方向) には比較的低い位置合わせ精度でも基板 10 上の光導波路 12 と LD 1 からのレーザ光の出射部との間において光結合損失のない光結合を実現することができる。そこで、マーカーとして長方形形状に限定されるものではないが、Y 方向のエッジ座標データがより多く得られるように X 方向を向いた直線成分が多くとれるようにマーカーとして長方形形状またはこの長方形形状に類似した形成をとることにした。即ち、マーカーにおいて長方形形状にしたのは、長辺側においてより多くの走査線によるエッジ座標データが得られ、その結果 Y 方向には高精度の位置算出が可能となるためである。一般にこのような LD 素子 1 の搭載では、光軸 7 方向 (X 方向) の位置合わせ精度は緩く、光軸 7 と垂直方向 (Y 方向) は厳しい。長方形形状マーカーはこの必要な位置合わせ精度にも合致させることができ、位置合わせに都合がよい。

【0017】たとえば、マーカーを検出するための光学系に、NA = 0.35 で倍率 20 倍の顕微鏡用対物レンズ 36 を用い、観察するときの赤外線の波長を約 1.3  $\mu\text{m}$  とすると光学系の解像度は約 2.6  $\mu\text{m}$  となる。検出器 37 も含めた CPU の画像処理系 38 における画素サイズを 0.9  $\mu\text{m}$  とし、光軸垂直方向の必要精度を 0.3  $\mu\text{m}$  とすると約 84 個のエッジ位置データを用いれば、必要精度の確保が可能となる。ちなみに 84 個のエッジデータを得る為のマーカーの長さは 7.6  $\mu\text{m}$  である。位置検出に伴う誤差には、像のボケや像歪があるがここでは省略する。マーカーは 2 本の場合、光軸 7 と平行なエッジは 4 本となるので、マーカーの長さの 4 倍のエッジデータを用いることが可能であり、長さ 50 ないし 100  $\mu\text{m}$  程度のマーカーで十分な精度が得られる。一方光軸方向の必要精度を 2.5  $\mu\text{m}$  とすると、光軸と垂直な辺での 2 個のエッジデータがあれば良い。このように、長方形のマーカーは必要とするデータの個数に合わせた形状とすることが可能であり、画像処理に適切である。また長辺が光軸と平行であるため、エッジ位置データからの直線近似結果から、光軸方向をも精度良く補正することができる。

【0018】また上記に説明したように、基板 10 側の 2 本のマーカー 14 の間隔は、LD 1 のマーカー 5 の間隔より広くして形成してあるので、原理的に 2 組のマーカーが同時に重なり合うことはない。従って、初期の位置ずれが大きくて、片方のマーカーが重なっても、もう一方のマーカーは位置検出可能である。また片方のマーカー同士の間隔は LD の初期位置誤差よりも広くしておることで、マーカーの重なりを極力生じないようにすることができる。一般に LD 1 を搭載する装置において、

プリアライメントを行うことでこの初期の位置誤差は 10 ないし 20  $\mu\text{m}$  程度とすることが可能である。したがって、LD と基板の双方のマーカーの間隔は 20  $\mu\text{m}$  を越える程度とすると良い。なお、基板側のマーカーの間隔を LD 側マーカーより広い場合で説明したが、これは反対であっても良い。次に、CPU 38 は、算出された Y 方向の位置ずれ $\Delta y$  および X 方向の位置ずれ $\Delta x$  に基づいて、X, Y 微動ステージ 31 を駆動する駆動手段 40 の駆動回路 39 を駆動制御して、X, Y 微動ステージ 31 を微動させて基板 10 の X, Y 方向の位置を補正してチャック 33 に吸着された LD 1 に対して、基板 10 は位置合わせされる。回転方向についても位置ずれ量が仕様を満足せず、位置合わせする必要がある場合には、回転ずれ $\Delta \theta$  に基づいても補正をする。上記実施例では、X, Y 微動ステージ 31 を微動させて基板 10 の位置を補正する方式について説明したが、搬送アーム 32 またはチャック 33 に微動ステージを備えて LD 1 を X, Y 方向に微動させても良い。

【0019】次にチャック 33 または X, Y 微動ステージ 31 を Z 方向に微動させて接合材膜が形成された状態で LD 1 の接合面 2 に形成された上側電極 4 と基板 10 の接合面に形成された下側電極 13 とを密着させる。次にレーザ光を照射加熱などの手段により接合材を加熱して LD 1 は基板 10 の LD 搭載ピット 11 に接合搭載して組立られる。次に、基板 10 の LD 搭載ピット 11 内の下側電極 13 の端子 13b と基板 10 上に形成された端子 15 との間でワイヤボンディングによって接続し、更に LD 1 に形成された端子 16 と基板 10 上に形成された端子 17 との間でワイヤボンディングによって接続する。これによって光モジュールが完成する。この光モジュールの組立に当たっては、LD 1 の出射レーザー光が基板 10 の導波路 11 に入射するように LD 1 の位置合わせ用のマーカー 5 と基板 10 の位置合わせ用のマーカー 14 との位置を上記した如く透過画像で検出し、サブミクロンオーダーで相対的な位置ずれを算出し、この算出されたサブミクロンオーダーでの相対的な位置ずれを補正して、LD 1 を基板 10 に接合搭載して固定することにより、基板 10 上の光導波路 12 と LD 1 からのレーザ光の出射部との間においてサブミクロンオーダーの精度で位置合わせすることが可能となり、光結合損失の少ない光結合を実現することができる。

【0020】以上説明した実施例は、基板上に搭載する光素子としてレーザーダイオード (LD) のみを用いて説明したが、ホトダイオードやほかの機能の光素子であっても適用は可能である。即ち、上記実施例において、LD 1 の代わりにホトダイオード (PD) にしても、同様に基板 10 上の光導波路 12 と PD へのレーザ光の入射部との間において光結合損失の少ない光結合を実現して基板 10 上に PD を接合搭載して組立ることができる。また図 6 には、光素子 1' としてレーザーダイオード

ドおよびホトダイオードが組み込まれた場合を示したものである。光素子1'において、図6に示す手前側はLDで、奥側はPDで構成される。18はPDに入射するレーザ光の入射部を示す。19は接合面2に形成されたPDにおける上側電極を示す。5'は、図1及び図2に示す位置合わせ用のマーカー5と同様に、光素子1'の接合面2に上側電極4、19から離して長手方向をX方向(光軸方向)に向けた複数の長方形形状をした位置合わせ用のマーカーである。この位置合わせ用のマーカー5'は、出射部6および入射部18を基準にして0.02μm以下の高精度でエッチング加工により形成されているものとする。

【0021】11'は基板10'上に形成された光素子搭載ピットである。20は基板10'上に設けられたレーザ光が送られてくる光導波路である。21は光素子搭載ピット11'内に接合面に形成されたPDに対する下側電極である。14'は図1及び図2に示す位置合わせ用のマーカー14と同様に、基板10'の接合面に下側電極13、21から離して長手方向をX方向(光軸方向)に向けた複数の長方形形状をした位置合わせ用のマーカーである。光導波路12および光導波路18は、位置合わせ用のマーカー14'を基準にして0.02μm以下の高精度で基板10'上に設けられるものとする。

【0022】そして上記基板10'上に設けられた光導波路12と光導波路18とはその先で光分岐回路(図示せず)に接続され、更にその先は光ファイバ(図示せず)に接続される。次に図1及び図2に示す実施例と同様に、光素子1'を、基板10'の光素子搭載ピット11'に接合搭載して組立て製造することについて説明する。図3には、組立装置の概略構成を示す。まず上記の如く基板10と同様に製造された基板10'を、例えばX、Y微動ステージ31上に位置決めして載置する。他方上記の如くLD1と同様に製造されて位置決めされた光素子1'を例えば搬送アーム32の先に設けられたチャック33で吸着して上記基板10'の光素子搭載ピット11'内に搬送して停止させて基板10'の接合面(下側電極13および21が形成された面)と光素子1'の接合面(上側電極4および19が形成された面)とを軽く接触させるかまたは僅かな間隙が生じるように対向させる。次に赤外光源34から出射された赤外光を集光レンズ35により集光させて平行光で基板10'の裏側から照射し、透過光に基づく位置合わせ用のマーカー5'、14'の像をNAが0.3~0.4程度で、倍率が15~30倍程度の顕微鏡用対物レンズ36で拡大して結像させ、この結像した位置合わせ用のマーカー5'、14'の画像を検出器(TVカメラ等の2次元イメージセンサ)37で受光して位置合わせ用のマーカー5'、14'の画像信号を得ることができる。

【0023】そして、CPU38は、上記検出器37から得られる位置合わせ用のマーカー5'、14'の画像

信号(図4にはY方向の一走査線の画像信号46を示す。図5にはあるマーカー上のX方向の一走査線の画像信号51を示す。)に基づいて各位置合わせ用のマーカー5'、14'における各長方形形状に対してY方向及びX方向の多数のエッジの位置座標を算出し、算出された各長方形形状の多数個のエッジ位置座標に対して直線近似を行うことで、精度よく各マーカー5'、14'における各長方形形状に対してY方向及びX方向の平均的なエッジ位置を算出し、これら算出された各長方形形状のY方向及びX方向の平均的なエッジ位置から、各位置合わせ用のマーカー5'、14'のY方向の中心位置y5、y14からY方向の位置ずれΔy = (y5 - y14)を算出すると共に各位置合わせ用のマーカー5、14における各長方形形状のX方向の中心位置x5a、x5b；x14a、x14bからX方向の位置ずれΔx = ((x5a + x5b) / 2 - (x14a + x14b) / 2)を算出する。また回転ずれΔθ = tan<sup>-1</sup>(x14a - x14b) / L14 - tan<sup>-1</sup>(x5a - x5b) / L5によって算出することができる。上記説明では、CPU38は各位置合わせ用のマーカー5'、14'から得られる画像信号(図4にはY方向の一走査線の画像信号46を示す。図5にはあるマーカー上のX方向の一走査線の画像信号51を示す。)から長方形形状のマーカのエッジ座標を算出してからY方向の位置ずれΔy = (y5 - y14)およびX方向の位置ずれΔx = ((x5a + x5b) / 2 - (x14a + x14b) / 2)を算出したが、画像信号に対してある座標において折り返してその信号の一致度を調べて一致度が最小の座標をY方向の中心位置y5、y14およびX方向の中心位置x5a、x5b；x14a、x14bとし(折り返しパターンマッチング方式)、これからY方向の位置ずれΔy = (y5 - y14)およびX方向の位置ずれΔx = ((x5a + x5b) / 2 - (x14a + x14b) / 2)を算出しても良い。

【0024】次に、CPU38は、算出されたY方向の位置ずれΔyおよびX方向の位置ずれΔxに基づいて、X、Y微動ステージ31を駆動する駆動手段40の駆動回路39を駆動制御して、X、Y微動ステージ31を微動させて基板10'のX、Y方向の位置を補正してチャック33に吸着された光素子1'に対して、基板10'は位置合わせされる。41はX、Y微動ステージの変位を検出する変位検出器またはレーザ測長器である。従って、駆動回路39において駆動手段40を駆動制御してX、Y微動ステージ31を微動させる際、変位検出器またはレーザ測長器41から検出されるX、Y微動ステージの変位情報をフィードバックさせるためである。その必要がない場合には、変位検出器またはレーザ測長器41は不要となる。ところで回転方向についても位置ずれ量が仕様を満足せず、位置合わせする必要がある場合には、回転ずれΔθに基づいても補正をする。上記実施例では、X、Y微動ステージ31を微動させて基板10'の位置を補正する方式について説明したが、搬送アーム3

2またはチャック33に微動ステージを備えてLD1をX, Y方向に微動させても良い。

【0025】次にチャック33またはX, Y微動ステージ31をZ方向に微動させて接合材膜が形成された状態で光素子1'の接合面に形成された上側電極4および19と基板10'の接合面に形成された下側電極13および21とを密着させる。次にレーザ光を照射加熱などの手段により接合材を加熱して光素子1'は基板10'の光素子搭載ピット11'に接合搭載して組立られる。これにより、基板10'上の光導波路12および20と光素子1'におけるレーザ光の出射部6およびレーザ光の入射部18との間において光結合損失のない光結合を実現することができる。次に基板10'の光素子搭載ピット11'内の下側電極13の端子13bと基板10'上に形成された端子15との間でワイヤボンディングによって接続し、更に光素子1'のLDに形成された端子16と基板10'上に形成された端子17との間でワイヤボンディングによって接続する。更に基板10'の光素子搭載ピット11'内の下側電極21の端子21bと基板10'上に形成された端子22との間でワイヤボンディングによって接続し、更に光素子1'のPDに形成された端子23と基板10'上に形成された端子24との間でワイヤボンディングによって接続する。これにより光モジュールが完成する。

【0026】図7は、本発明に係るLDの接合面に形成した位置合わせ用のマーカーの他の実施例を示すLDの上面からの透視図である。マーカー5の一辺がLD1のレーザー光の出射する端面3まであることが特徴である。これによりマーカーのエッジ位置を測定することで、レーザー光を出射する端面位置を取得することができ、LDの基板搭載時に、基板10の導波路12とLD1との間隔を精度良く位置合わせすることが可能となる。図8は本発明に係るマーカーをウェハ段階で形成することを説明するための図であり、ウェハ全体とその一部拡大図で説明する。ウェハ50には多数の光素子(LD素子)51が作り込まれており、個々の素子分離のための分割線52がある。拡大図で分割線52aはレーザー光の出射する端面または入射する端面に対応し、その両側に光素子51aと51bがある。マーカー線53(5, 5')はこの分割線52aを越えてふたつの光素子51aと51bにかけて形成してある。分割線52aに沿って光素子を分離(切断)すると、マーカー線53は光素子51aと51b側に2分され、図1及び図2並びに図6に示すマーカー5, 5'となる。このとき、マーカーの端は光素子分割の端面位置と一致して形成される。

#### 【0027】

【発明の効果】本発明によれば、光素子と基板との間でマーカーの位置ずれが大きくても、同時の重なりが生じないため、確実な位置および方向の検出が可能となり、

その結果確実で、且つ高精度な光素子の基板への接合搭載による基板上の光導波路と光素子におけるレーザ光の出射部または入射部との間において光結合損失のない光結合を実現した光モジュールを得ることができるので効果を奏する。また本発明によれば、光を出射する面の位置を精度良く取得することができるので、光素子に相対する光導波路との間隔を狭くまたはばらつきの少ない量に設定でき、その結果この間隔に起因する光損失を低減またはばらつきを小さくでき、光モジュールの特性を向上させることができる効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光モジュールの一実施例を示す組立構成図である。

【図2】本発明に係る光モジュールの一実施例における組立時の上面図である。

【図3】本発明に係る組立装置の一実施例を示す概略構成図である。

【図4】図3に示す検出器で検出される画像信号においてY方向の走査線によって得られる信号波形を示す図である。

【図5】図3に示す検出器で検出される画像信号においてマーカー上のX方向の走査線によって得られる信号波形を示す図である。

【図6】本発明に係る光モジュールの他の実施例を示す組立構成図である。

【図7】本発明に係るLDの接合面に形成した位置合わせ用のマーカーの他の実施例を示すLDの上面からの透視図である。

【図8】本発明に係る光素子の接合面に形成する位置合わせ用のマーカーをウェハの状態から作り上げる方法を説明するための図である。

#### 【符号の説明】

1…LD(レーザダイオード)、1'…光素子、2…接合面

3…レーザー光出射端面、4, 19…上側電極

5, 5'…位置合わせ用のマーカー、6…レーザ光出射部

7…光軸、10, 10'…基板、11…LD搭載ピット

11'…光素子搭載ピット、12…光導波路、1

3, 21…下側電極

14, 14'…位置合わせ用のマーカー

31…X, Y微動ステージ、32…搬送アーム、3

3…チャック

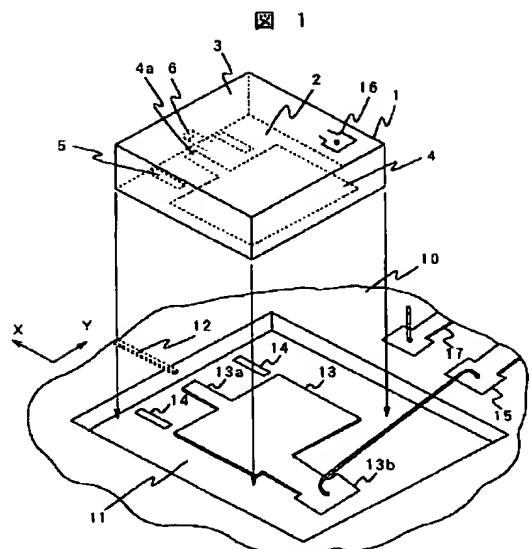
34…赤外光光源、35…集光レンズ、36…顕微鏡用対物レンズ

37…検出器、38…CPU、39…駆動回路、

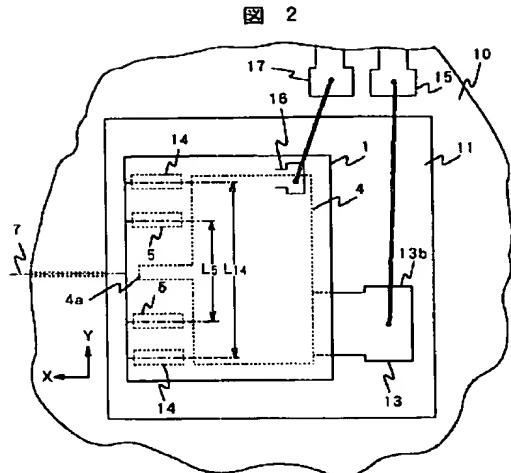
40…駆動手段

50…ウェハ、52…分割線

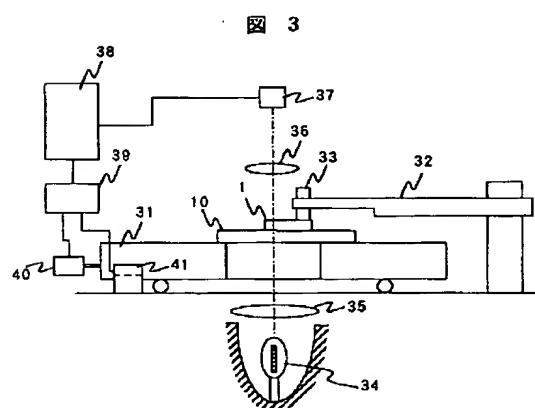
【図1】



【図2】



【図3】



【図5】

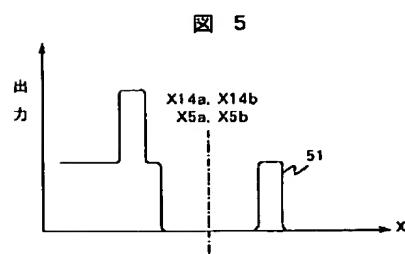
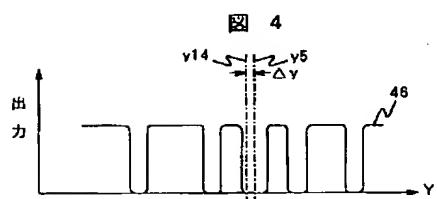
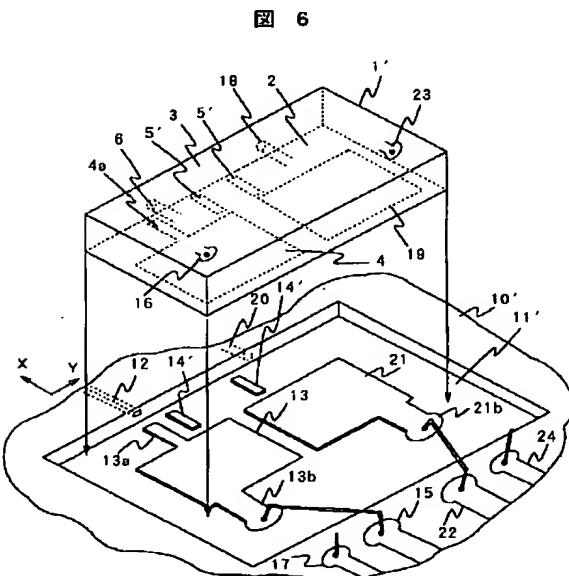


図 5

【図4】

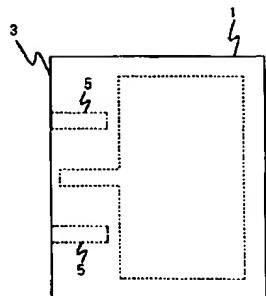


【図6】



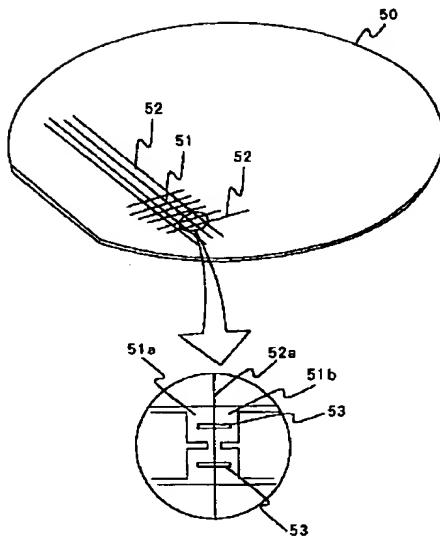
【図7】

図 7



【図8】

図 8



フロントページの続き

(72)発明者 菊池 悟

埼玉県入間郡毛呂山町旭台15番地日立東部  
セミコンダクタ株式会社内

(72)発明者 高橋 龍太

茨城県日立市日高町5丁目1番1号日立電  
線株式会社オプトロシステム研究所内

(72)発明者 宮倉 正人

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地株  
式会社日立製作所中央研究所内